IRIS AperTO

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO

AperTO - Archivio Istituzionale Open Access dell'Università di Torino

Définition de indices climatiques pour l'évaluation du changement climatique en acte: une étude effectuée en Piémont (NO Italie)

This is the author's manuscript

Original Citation:

Availability:

This version is available http://hdl.handle.net/2318/132393 since

Publisher:

Vinet F.

Terms of use:

Open Access

Anyone can freely access the full text of works made available as "Open Access". Works made available under a Creative Commons license can be used according to the terms and conditions of said license. Use of all other works requires consent of the right holder (author or publisher) if not exempted from copyright protection by the applicable law.

(Article begins on next page)

12 October 2024

DEFINITION DE INDICES CLIMATIQUES POUR L'EVALUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUES EN ACTE: UNE ETUDE EFFECTUEE EN PIEMONT (NO ITALIE)

FRATIANNI Simona, ACQUAOTTA Fiorella
Dipartimento di Scienze della Terra – Università degli Studi di Torino Via Valperga Caluso, 35 – 10125 Torino (IT). Tel. 0039 0116705102 Fax 0039 0116705146 simona.fratianni@unito.it

Résumé : *L'analyse de séries thermo-pluviométriques historiques du Piémont pendant la période 1951-2000, a fourni les tendances climatiques majeures. Pour mieux comprendre les répercussions du changement climatique sur la société, on a calculé les indices climatiques (jours de gel, jours sans dégel, jours tropicaux, jours de pluie, densité de précipitations) sur toute la période considérée et sur les périodes trentenaires OMM (1951-80, 1961-90, 1971-2000). De plus, les thermogrammes, les régimes pluviométriques, les courbes ombrothermiques ont mis en évidence les différences entre les trois périodes trentenaires. L'Oscillation Nord Atlantique a permis l'individuation de périodes de sécheresse ou de surplus hydrique qui sont strictement liés à l'activité du Vortex Polaire. Les indices utilisés ont mis en évidence des périodes anomales qu'ils ont été utilisées pour la définition de possibles scénarios.*

Mots-clés : *Changement climatique, indices climatiques, Oscillation Nord Atlantique, Piémont.*

Abstract : *The analysis of the historical thermal-pluviometric series of Piedmont in the 1951-2000 period provided experts with the main climate trends. In order to better understand the consequences of climate variations on our society, we have calculated the climatic indexes (frost days, days with no thaw, tropical days, rainy days, density of precipitations) over the whole period and over WMO 30-year periods (1951-80, 1961-90, 1971-2000). Also the use of thermograms, pluviometric regimes, and ombrothermal diagrams underlined differences among the three 30-year periods. Furthermore, the North Atlantic Oscillation enabled experts to determine some dry or hydric surplus periods that are closely connected with the Polar Vortex activity. The indexes used have emphasized some anomalous periods that have been used to define possible scenarios.*

Key words: *Climatic change, climatic index, North Atlantic Oscillation, Piedmont.*

Introduction

Les séries thermo-pluviométriques reconstruites et homogénéisées par l'ex-Service Hydrographique et Marégraphique (tab.1) ont été analysées afin d'effectuer l'analyse climatique sur toute la période disponible (1951-2000) au moyen d'indices climatiques (jours de gel, jours sans dégel, jours tropicaux, jours de pluie, densité de précipitations), et d'élaborations de thermogrammes, climatogrammes, diagrammes ombrothermiques. En outre, pour mieux comprendre les répercussions du changement climatique sur la société, on a calculé le développement thermo-pluviométrique sur les autres périodes trentenaires (1951-80, 1961-90, 1971-2000), définies par l'OMM (IPCC, 2001).

De plus, les études météorologiques montrent que le phénomène cyclique qui conditionne le plus les changements climatiques du continent européen est l'Oscillation Nord Atlantique (NAO) et donc on a analysé la série des anomalies standardisées des précipitations moyennes d'hiver avec la méthode de Savitsky-Golay (De Vita *et al.*, 2005). Enfin, on a calculé le coefficient de corrélation entre la série NAO et la série des précipitations standardisées afin de déterminer de possibles scénarios.

1. La tendance thermique et pluviométrique

Afin d'obtenir une vision globale de la tendance des températures maximum et minimum dans le temps, on reporte les valeurs moyennes mensuelles calculées en faisant la moyenne entre les valeurs obtenues dans les diverses localités analysées: Asti, Luserna San Giovanni, Torino, Varallo, Vercelli et Oropa (tab.2).

En observant les valeurs du tableau 2 on remarque une hausse graduelle, au fil des périodes trentenaires standard de référence (1951-80, 1961-90, 1971-2000), des valeurs moyennes des

températures maximales, minimales et moyennes et du nombre moyen de jours tropicaux. Pour les températures maximales, on a calculé une valeur moyenne annuelle de 15,1°C dans la période 1951-1980 et dans la période 1971-2000, une valeur de 15,6°C. Par contre, pour les températures minimales, on a estimé une valeur moyenne de 6,9°C dans la période 1951-1980, tandis que dans la période 1971-2000, la température minimum moyenne est de 7,6°C. La hausse thermique la plus grande a été relevée sur les températures minimales; en fait on enregistre une différence moyenne de 0,7°C entre les périodes trentenaires, tandis que pour les températures maximales la différence moyenne est de 0,5°C.

Stations	Altitude	Lat N	Long E	PT	Stations	Altitude	Lat N	Long E	PT
Vercelli	135	45°19'32"	08°23'26"	* °	**Salbertrand**	1031	45°04'20"	06°53'42"	*
Asti	152	44°53'09"	08°12'48"	* °	**Piedicavallo**	1040	45°41'35"	07°57'26"	*
Torino	270	45°04'49"	07°40'25"	* °	**Oropa**	1180	45°37'40"	07°58'56"	* °
Cumiana	290	44°57'53"	07°23'31"	*	**Bardonecchia**	1353	45°04'33"	06°43'03"	*
Varallo Sesia	453	45°49'14"	08°16'30"	* °	**Piamprato**	1550	45°33'28"	07°34'27"	*
Luserna	476	44°48'50"	07°14'32"	* °	**Ceresole**	2260	45°28'08"	07°08'25"	*
Susa	520	45°08'10"	07°05'33"	*					

Tableau 1. Localisation géographique des stations météorologiques analysées. La colonne PT indique la variable mesurée de la station: * = P, précipitations, ° = T, température maximum et minimum.

On observe une diminution graduelle dans la tendance du nombre de jours de gel et de jours sans dégel. En fait, pour le nombre de jours de gel on passe d'une valeur annuelle de 80 jours, calculée dans la période 1951-1980, à une valeur de 67 jours pour la période 1971-2000, tandis que pour le nombre de jours sans dégel, on passe d'une valeur de 11 jours à une valeur de 6 jours, calculés respectivement dans la période 1951-1980 et dans la période 1971-2000. Par contre, on enregistre une hausse faible sur la tendance de jours tropicaux, qui varient entre les 17 jours calculés sur la période 1951-1980 et les 19 jours pour la période 1971-2000.

.

	J	F	M	A	M'	J'	J''	A'	S	O	N	D	Année
1951-1980													
TM	3,8	6,4	10,6	15,1	19,5	23,5	26,5	25,2	21,2	15,2	9,0	5,0	15,1
Tm	-2,3	-0,9	2,4	6,2	10,5	14,1	16,3	15,7	12,2	7,3	2,7	-0,9	6,9
Tmed	0,7	2,7	6,5	10,6	15,0	18,8	21,4	20,4	16,7	11,3	5,9	2,0	11,0
JSD	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11
JG	24	17	9	2	0	0	0	0	0	1	8	20	80
TT	0	0	0	0	0	3	8	5	1	0	0	0	17
1961-1990													
TM	4,3	6,7	11,0	15,0	19,1	23,4	26,5	25,3	21,4	15,6	9,3	5,4	15,2
Tm	-1,8	-0,3	2,7	6,5	10,7	14,2	16,6	16,0	12,5	7,9	2,9	-0,8	7,3
Tmed	1,3	3,2	6,9	10,8	14,9	18,8	21,6	20,6	17,0	11,8	6,1	2,3	11,3
JSD	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10
JG	22	16	8	1	0	0	0	0	0	1	8	20	76
TT	0	0	0	0	0	3	8	6	1	0	0	0	18
1971-2000													
TM	5,1	7,6	12,0	15,2	19,3	23,4	26,5	25,9	21,4	15,7	9,5	5,8	15,6
Tm	-1,1	0,1	3,3	6,7	11,1	14,3	16,8	16,5	12,7	8,2	3,0	-0,1	7,6
Tmed	2,0	3,9	7,7	11,0	15,2	18,8	21,6	21,2	17,0	11,9	6,2	2,8	11,6
JSD	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6
JG	20	15	6	1	0	0	0	0	0	1	7	17	67
TT	0	0	0	0	0	2	9	7	0	0	0	0	19

Tableau 2. Valeurs moyennes mensuelles et annuelles des variables climatiques analysées: TM = température moyenne maximum, Tm = température moyenne minimum, Tmed = température moyenne, GSD = nombre moyen de jours sans dégel, GG = nombre de jours de gel et GT = nombre de jours tropicaux. Les valeurs sont calculées sur trois périodes standard, établies par l'OMM, de la durée de 30 ans: 1951-1980, 1961-1990 et 1971-2000, et ils représentent la tendance moyenne de six localités: Asti, Luserna San Giovanni, Torino, Varallo, Vercelli et Oropa.

Pour obtenir plus de détails sur les variations thermiques qui se sont passées dans les périodes analysées, on a pris comme référence la période de trente ans 1971-2000 et on a évalué les différences avec les valeurs calculées dans les périodes trentenaires précédentes, 1951-1980 et 1961-1990. Les différences ont été calculées de la façon suivante:

$$T_{M,\ mois\ (1971\text{-}2000)} - T_{M,\ mois\ (1951\text{-}1980\ /\ 1961\text{-}1990)}; \qquad (1)$$
$$T_{m,\ mois\ (1971\text{-}2000)} - T_{m,\ mois\ (1951\text{-}1980\ /\ 1961\text{-}1990)}; \qquad (2)$$

Le signe calculé sur la base des différences nous permet d'obtenir une estimation relative sur la tendance des variables. Si les différences admettent un signe positif on peut affirmer que dans les derniers trente ans on a enregistré en moyenne des températures plus élevées; si par contre ils admettent un signe négatif on peut soutenir que dans les trente derniers ans on a mesuré en moyenne des températures inférieures.

Dans la figure 1, il est évident que les différences les plus grandes sont déterminées entre la première et la dernière période analysée. Les différences entre les températures minimales connaissent pour tous les mois un signe positif, tandis que les différences entre les températures maximales présentent des valeurs légèrement négatives dans quelques mois d'été. En effet, les valeurs des différences entre les périodes 1971-2000 et 1951-1980 admettent un signe négatif dans les mois de mai et juin, tandis qu'en juillet la valeur est proche au zéro. Dans les mois restant, les différences sont de signe positif et la valeur maximale, 1,4°C, a été calculée dans les mois de janvier et mars, suivis par février avec 1,3°C.

Les tendances des différences moyennes mensuelles des températures maximales et minimales confirment une hausse graduelle au fil des ans de la température, en mettant en évidence que la hausse la plus grande s'est vérifiée dans les mois d'hiver et d'automne et a affecté la courbe des températures minimales, conformément aux résultats obtenus par la Communauté Scientifique nationale et internationale (Biancotti et al., 1998, Brunetti et al., 2006).

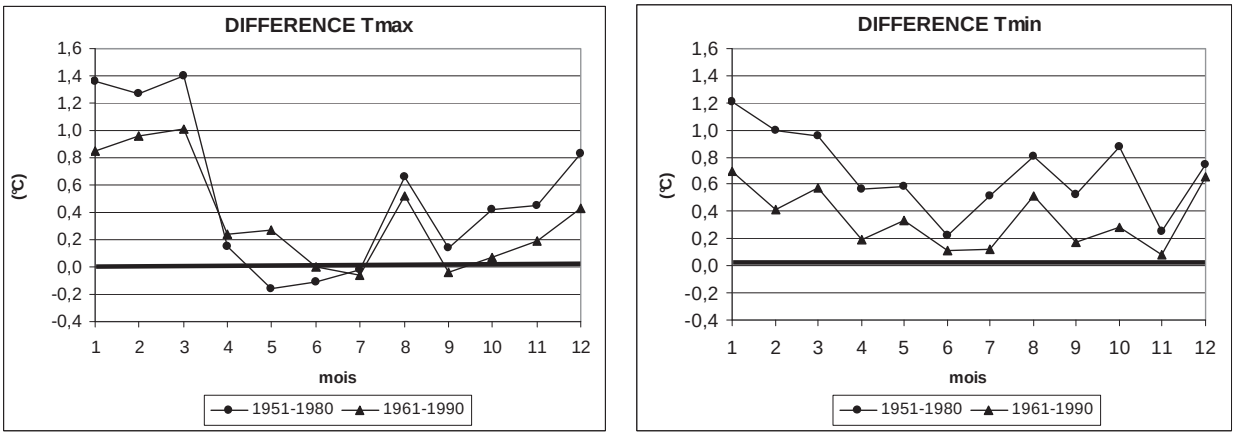

Figure 1. Différence entre les valeurs moyennes mensuelles des températures maximum et minimum calculées en utilisant les formules (1, 2). La ligne placée à 0°C représente les valeurs mensuelles de la période 1971-2000.

On a analysé 13 séries de précipitations dans la période de 1951 à 2000 (tab.1). En moyenne, les précipitations oscillent entre un maximum de 2048 mm, enregistré à Oropa et un

minimum de 662 mm pour la station d'Asti. La quantité moyenne de précipitations est de 1129 mm sur la période considérée. Pour ce qui concerne le nombre de jours de pluie, la localité avec la valeur maximum est Ceresole Reale avec 117 jours de pluie annuelle, tandis que la valeur minimum a été enregistrée à Asti avec 65 jours. Donc en moyenne on observe 88 jours de pluie, pour toutes les stations sur la période de mesure.

Dans toutes les stations analysées, on a déterminé trois types de régime pluviométrique: le préalpin pour les stations de Asti, Cumiana, Luserna, Varallo, Salbertrand, Oropa et Ceresole Reale, le subalpin pour Vercelli, Susa, Bardonecchia et Piamprato et le continental alpin (Fratianni et Motta, 2002) pour Turin, où le maximum principal est enregistré au printemps suivi par l'été, tandis que le minimum principal tombe en hiver.

Pour chaque station ont été calculées les valeurs moyennes mensuelles des précipitations et du nombre de jours de pluie sur trois périodes de la durée de 30 ans, 1951-1980, 1961-1990 et 1971-2000, et les tendances pluviométriques moyennes, représentatives de toutes les stations, sont montrés dans la figure 2.

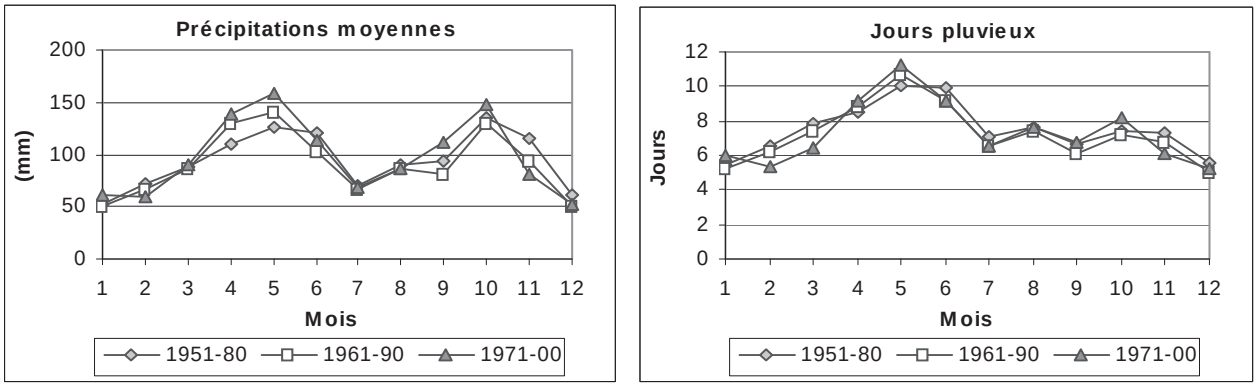

Figure 2. Valeurs de précipitation moyenne mensuelle et annuelle et nombre de jours pluvieux calculés sur trois périodes de la durée de 30 ans, 1951-1980, 1961-1990 et 1971-2000.

Les graphiques de figure 2 soulignent une hausse des quantités des précipitations concentrée pour les mois de mai (de 127 à 158) et avril et une baisse au mois de novembre (de 115 à 82) dans le passage de la première période considérée à la dernière (1971-2000). De plus, dans la dernière période, on observe une réduction du nombre de jours de pluie dans les mois de février et mars et une hausse dans le mois de mai.

En autre, dans la plupart des localités, il se vérifie une variation du type de régime pluviométrique dans le temps. En effet, dans la première période, est présent un régime subalpin où le maximum principal tombe en automne suivi par le printemps, pour changer ensuite, dans la dernière période, vers un régime préalpin où le maximum principal tombe au printemps suivi par l'automne. Seules les localités de Turin, Cumiana, Luserna S. G. et Ceresole présentent le même régime pluviométrique pour les trois périodes analysées.

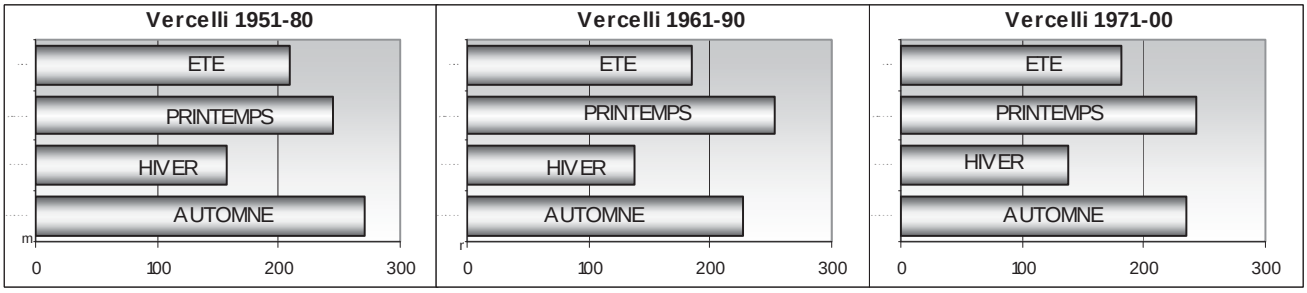

Figure 3. Distribution et évolution des précipitations dans les trois périodes trentenaires pour la station de Vercelli qui passe de régime subalpin à préalpin.

Dans six localités, Vercelli, Asti, Turin, Varallo, Luserna S. G. et Oropa, on dispose des séries complètes soit pour les températures journalières soit pour les précipitations, pour la période de 1951 à 2000. Dans ces stations, on a pu effectuer une comparaison directe entre les valeurs moyennes mensuelles des deux variables météorologiques. En utilisant le diagramme ombrothermique, la corrélation entre les valeurs de température et précipitation permet de déterminer les mois arides. Seules les localités de Vercelli et Asti (fig. 4) montrent un accroissement de l'aridité au fil des années d'observation. En effet à Asti, dans les premiers trente ans, on n'observe aucun mois aride, dans la deuxième période on détermine comme aride le mois de juillet, tandis que dans la troisième période soit juillet soit août sont arides.

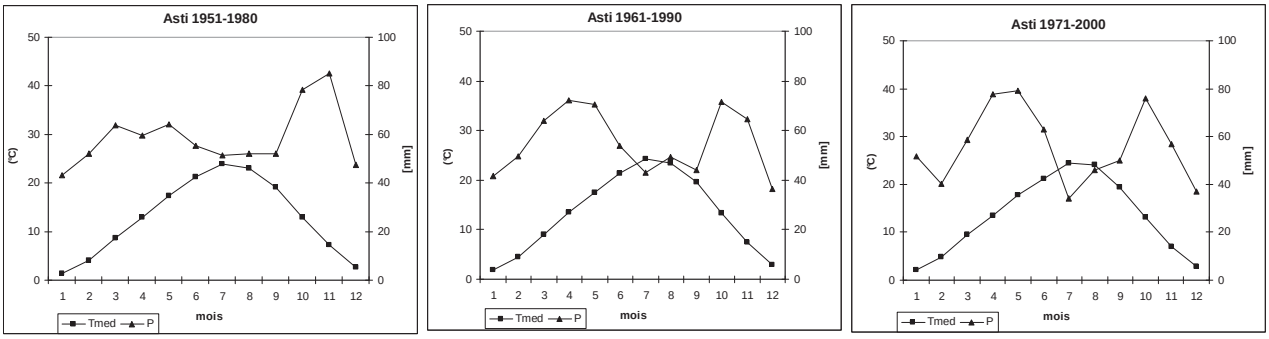

Figure 4. Diagramme ombrothérmique pour la station de Asti dans les trois périodes définies par l'OMM.

2. L'influence de l'Oscillation Nord Atlantique

Des études météorologiques réalisées par plusieurs auteurs (Hurrel, 1995, 1997) confirment que le phénomène cyclique qui conditionne le plus les changements climatiques du continent européen est l'Oscillation Nord Atlantique (NAO). Celle-ci se manifeste comme une oscillation à périodicité complexe des masses atmosphériques des Açores (hautes pressions) et de l'Islande (dépression barométrique).

La valeur positive de l'index NAO apporte, dans l'Europe septentrionale, des hivers très pluvieux et caractérisés par des fortes perturbations et dans l'Europe méridionale des hivers peu pluvieux; les conditions sont renversées avec le NAO en phase négative. La tendance cyclique dans la longue période a été mise en évidence au moyen du filtrage de la série des anomalies standardisées avec la méthode de Savitsky-Golay, en utilisant des filtres quadratiques à neuf et dix-sept bornes avec un niveau de confiance de 95% (De Vita et al., 2005).

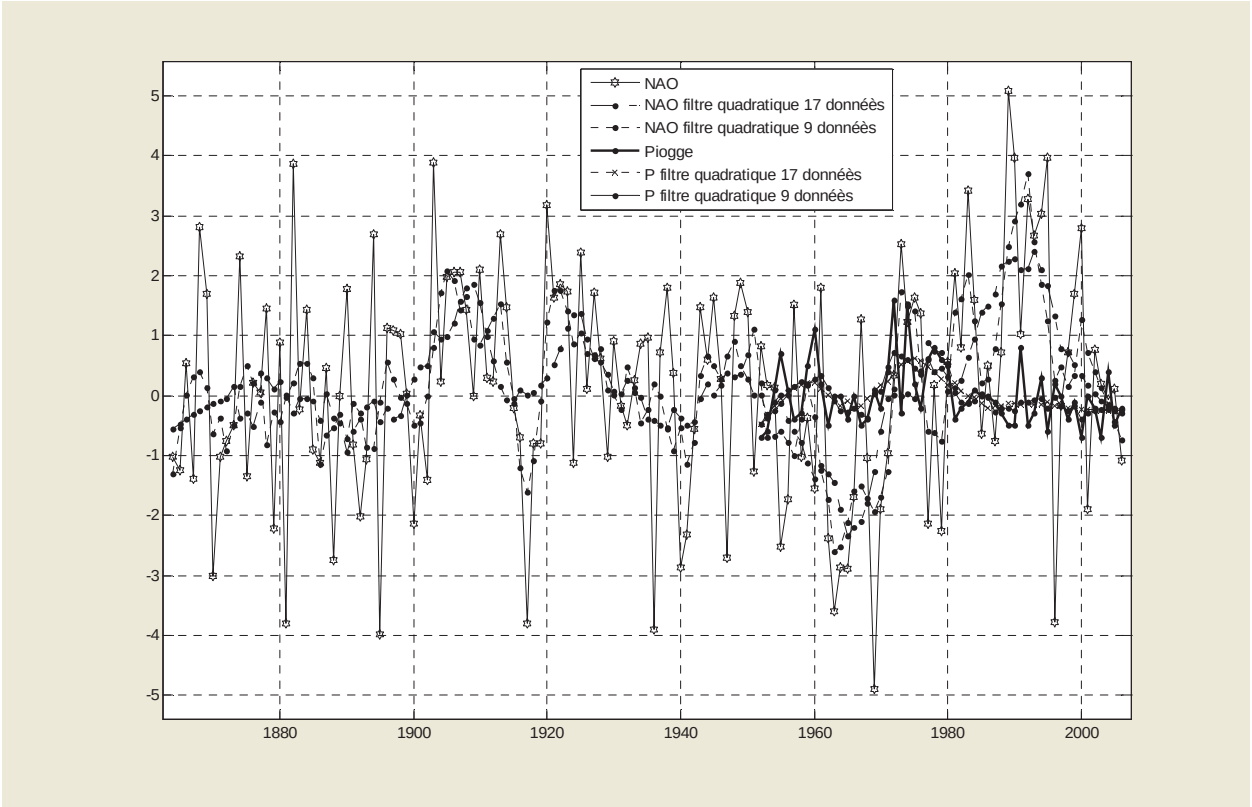

Figure 5. Tendance de l'index NAO et de la série des précipitations standardisées.

L'index NAO hivernal (décembre, janvier, février et mars) utilisé dans ce travail a été calculé de 1864 à 2006, par Hurrel (http://www.cgd.ucar.edu/cas/jhurrell/indices.html).

La méthode de Savitsky-Golay appliquée à la série des précipitations standardisées a mis en évidence deux phases de maximums relatifs, avec une valeur supérieure à la moyenne, qui correspondent aux années 1955-1962 et 1968-1983 et deux phases de minimum relatif, 1963-1967 et 1984-2006. La même méthode appliquée à la série de l'index NAO, sur la période 1864-2006, a mis en évidence deux phases de minimum relatif qui correspondent aux périodes 1955-1971 et 1976-1980 et deux phases de maximum relatif, correspondantes aux périodes 1973-1975 et 1981-2006 (fig.5). Ceci prouve que la série NAO et la série des précipitations standardisées sont en opposition de phase.

Conclusion

Même si les stations utilisées pour l'étude sont limitées et donc peu représentatives de la situation climatique de tout le territoire piémontais, de l'analyses des tendances des températures, des précipitations et du NAO, on peut quand même tirer quelques conclusions.

Avant tout, les données analysées confirment une hausse généralisée des températures de 0,7°C pour les températures minimales et de 0,5°C des températures maximales, avec une faible hausse aussi du nombre de jours tropicaux dans les derniers 50 ans en Piémont. De même, il s'est vérifié une diminution du nombre de jours de gel et du nombre de jours sans dégel.

En outre, on observe une décroissance des quantités de pluie surtout en hiver, tandis qu'au printemps les précipitations croissent. Le changement identifié cause une modification des régimes pluviométriques intervenus au cours du temps, qui passent de subalpine à préalpine.